

10/5 43135

JC14 Rec'd PCT 00 25 JUL 2005

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re U.S. Patent Application of)
)
MARUYAMA et al.)
)
Application Number: To Be Assigned)
)
Filed: Concurrently Herewith)
)
For: DIELECTRIC LINE AND PRODUCTION)
METHOD THEREFOR)
)
ATTORNEY DOCKET NO. KOBE.0076)

Honorable Assistant Commissioner
for Patents
Washington, D.C. 20231

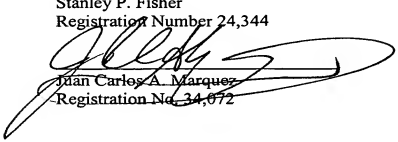
**REQUEST FOR PRIORITY
UNDER 35 U.S.C. § 119
AND THE INTERNATIONAL CONVENTION**

Sir:

In the matter of the above-captioned application for a United States patent, notice is hereby given that the Applicant claims the priority date of the PCT application PCT/JP04/000012, filed January 5, 2004, which claims the priority of Japanese Patent Application 2003-019344 filed January 28, 2003.

Respectfully submitted,

Stanley P. Fisher
Registration Number 24,344


Juan Carlos A. Marquez
Registration No. 34,072

REED SMITH LLP
3110 Fairview Park Drive
Suite 1400
Falls Church, Virginia 22042
(703) 641-4200
JULY 25, 2005

10 / 543135

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

2005 JUL 2005
PCT/JP2004/000012

05.12.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 月 2 8 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 1 9 3 4 4
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 1 9 3 4 4]

REC'D 27 FEB 2004

WIPO

PCT

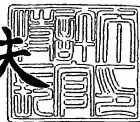
出 願 人 株式会社神戸製鋼所
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 2 月 1 3 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



Best Available Copy

出 証 番 号 出 証 特 2 0 0 4 - 3 0 0 8 9 9 8

【書類名】 特許願

【整理番号】 0000101356

【提出日】 平成15年 1月28日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01P 3/08
H01P 11/00

【発明の名称】 誘電体線路及びその製造方法

【請求項の数】 14

【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県神戸市西区高塚台 1 丁目 5 番 5 号 株式会社神戸
製鋼所 神戸総合技術研究所内

【氏名】 丸山 政克

【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県神戸市西区高塚台 1 丁目 5 番 5 号 株式会社神戸
製鋼所 神戸総合技術研究所内

【氏名】 川上 信之

【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県神戸市西区高塚台 1 丁目 5 番 5 号 株式会社神戸
製鋼所 神戸総合技術研究所内

【氏名】 福本 吉人

【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県神戸市西区高塚台 1 丁目 5 番 5 号 株式会社神戸
製鋼所 神戸総合技術研究所内

【氏名】 平野 貴之

【特許出願人】

【識別番号】 000001199

【氏名又は名称】 株式会社神戸製鋼所

【代理人】

【識別番号】 100084135

【弁理士】

【氏名又は名称】 本庄 武男

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001993

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 誘電体線路及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 略平行な 2 つの導電体板の間に該導電体板よりも幅の狭い誘電体ストリップを有する誘電体線路において、

前記誘電体ストリップが多孔質材料からなり、

前記 2 つの導電体板の間における前記誘電体ストリップ以外の部分が該誘電体ストリップよりも誘電率の低い多孔質材料からなる誘電体媒質で充填されてなることを特徴とする誘電体線路。

【請求項 2】 前記誘電体ストリップと前記誘電体媒質とにおいて、その材料が実質同一であり、その空孔率が相違するよう構成されてなる請求項 1 に記載の誘電体線路。

【請求項 3】 前記 2 つの導電体板の間隔が、当該誘電体線路で伝送する信号の前記誘電体媒質内での波長の 2 分の 1 以下である請求項 1 又は 2 のいずれかに記載の誘電体線路。

【請求項 4】 前記誘電体ストリップ及び前記誘電体媒質が、エアロゲル材からなる請求項 1～3 のいずれかに記載の誘電体線路。

【請求項 5】 略平行な 2 つの導電体板の間に、該導電体板よりも幅の狭い誘電体ストリップと該誘電体ストリップ以外の部分に充填され該誘電体ストリップよりも誘電率の低い多孔質材料からなる誘電体媒質とを有してなる誘電体線路の製造方法であって、

一方の前記導電体板上に誘電体原料の膜を形成する膜形成工程と、

前記誘電体原料の膜における前記誘電体ストリップの形状部分を所定の光、ビーム又は蒸気に曝すストリップ曝露工程と、

前記誘電体原料の膜全体を多孔質化する多孔質化工程と、

を有してなることを特徴とする誘電体線路の製造方法。

【請求項 6】 前記ストリップ曝露工程が、前記誘電体ストリップの形状部分を紫外線、電子ビーム、X線、イオンビームのいずれかに曝すものであり、

前記誘電体原料が光感応性の材料を含有してなる請求項 5 に記載の誘電体線路

の製造方法。

【請求項 7】 前記ストリップ曝露工程が前記誘電体ストリップの形状部分を水蒸気、酸性物質を含有する蒸気、塩基性物質を含有する蒸気又は誘電体原料を含有する蒸気のいずれかに曝すものである請求項 5 に記載の誘電体線路の製造方法。

【請求項 8】 略平行な 2 つの導電体板の間に、該導電体板よりも幅の狭い誘電体ストリップと該誘電体ストリップ以外の部分に充填され該誘電体ストリップよりも誘電率の低い多孔質材料からなる誘電体媒質とを有してなる誘電体線路の製造方法であって、

一方の前記導電体板上に第 1 の誘電体原料の膜を形成する第 1 の膜形成工程と

前記第 1 の誘電体原料の膜における前記誘電体ストリップの形状部分以外の部分を除去する膜除去工程と、

前記第 1 の膜除去工程を経た前記一方の導電体板上に第 2 の誘電体材料の膜を形成する第 2 の膜形成工程と、

前記第 1 及び第 2 の誘電体原料の膜全体を多孔質化する多孔質化工程と、
を有してなることを特徴とする誘電体線路の製造方法。

【請求項 9】 前記膜除去工程が、前記第 1 の誘電体原料の膜における前記誘電体ストリップの形状部分を所定の光又はビームに曝した後、現像処理を施すことにより前記誘電体ストリップの形状部分以外の部分を除去するものである請求項 7 に記載の誘電体線路の製造方法。

【請求項 10】 前記第 1 の誘電体原料が光感应性の材料を含有してなる請求項 8 に記載の誘電体線路の製造方法。

【請求項 11】 前記光感应性の材料が光酸発生剤である請求項 5 又は 9 のいずれかに記載の誘電体線路の製造方法。

【請求項 12】 前記誘電体原料が有機金属材料を含有するものである請求項 5 ～ 10 のいずれかに記載の誘電体線路の製造方法。

【請求項 13】 前記有機金属材料が金属アルコキシドである請求項 11 に記載の誘電体線路の製造方法。

【請求項 14】 前記誘電体原料が界面活性剤を含有するものである請求項 5～12 のいずれかに記載の誘電体線路の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、高周波信号の伝送特性及び強度特性に優れ、かつ大量生産に適した誘電体線路及びその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、ミリ波帯の高周波信号の伝送に必要な集積回路には、主にマイクロストリップ線路や誘電体線路、導波管線路等が用いられてきた。特に、誘電体線路の 1 つであり、特許文献 1 に示される非放射型誘電体線路（NRD ガイド）は、エネルギーの放射損失が抑えられるので高周波信号の伝送特性に優れている。

図 7 は、一般的な NRD ガイド 10 の構成を表すものである。従来の一般的な NRD ガイド 10 は、略平行な 2 つの導電体板 1、2 の間に該導電体板 1、2 よりも幅の狭い誘電体ストリップ 4 が挟まれた構造を有している。2 つの導電体板 1、2 の間における誘電体ストリップ 4 以外の部分 3 は空間（空気）となっている。このように、従来の NRD ガイド 10 は、導電対板 1、2 の幅に対して誘電体ストリップ 4 の幅が狭く、それらの接合面積が小さいため、NRD ガイド 10 のハンドリングの際に、その構造を維持できるだけの強度を確保することが難しい。このような NRD ガイド 10 の強度を確保する技術が特許文献 2～4 に提案されている。

例えば、特許文献 2 には、導電体板と誘電体ストリップとの接合面積を広げるために、誘電体ストリップを断面 H 型の形状とするものが示されている。また、特許文献 3 には、導電体板に誘電体ストリップに沿って堰を設けたものが、特許文献 4 には、誘電体ストリップの導電体板との接合部に突起を設けて該突起を導電体板に埋め込むよう構成したものがそれぞれ示されている。これにより導電体板と誘電体ストリップとの接合時の位置決めを容易化するとともに、接合部がずれることを防止するものである。

また、特許文献5には、NRDガイドの生産性を向上するために、上下に2分割して製造した部品を後に組み合わせてNRDガイドを構成するものが、特許文献6には、NRDガイドの量産に適した製造方法としてレジストプロセスを導入することが示されている。

【0003】

【特許文献1】

特公平01-51202号公報

【特許文献2】

特開平3-270401号公報

【特許文献3】

特開平6-45807号公報

【特許文献4】

特開平8-65015号公報

【特許文献5】

特開平6-260814号公報

【特許文献6】

特開2001-7611号公報

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、前述した従来のNRDガイドの構造及び製造方法では、導電体板や誘電体ストリップに種々の加工が必要となり量産に適しないという問題点があった。

また、2つの導電体板と幅の狭い誘電体ストリップとの接合部によってNRDガイドの強度を確保することには限界があり、十分な強度を確保できないという問題点があった。

従って、本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、十分な強度が確保され、量産に適した誘電体線路及びその製造方法を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために本発明は、略平行な2つの導電体板の間に該導電体板よりも幅の狭い誘電体ストリップを有する誘電体線路において、前記誘電体ストリップが多孔質材料からなり、前記2つの導電体板の間における前記誘電体ストリップ以外の部分が該誘電体ストリップよりも誘電率の低い多孔質材料からなる誘電体媒質で充填されてなることを特徴とする誘電体線路として構成されるものである。

このような構成により、2つの導電体板の間が、前記誘電体ストリップと前記誘電体媒質とによって充填されることになるため、前記誘電体ストリップ以外の部分が空間（空気）となっている従来の誘電体線路（図7）に比べ、前記誘電体ストリップのずれが生じにくく、飛躍的に強度が向上して安定した構造となる。

また、前記誘電体ストリップ及び前記誘電体媒質に多孔質材料を用いているため、その空孔率を高くすることによって誘電率と誘電損失とを非常に低くできる結果、高周波信号を非常に高い伝送効率（低損失）で伝送することが可能となる。

【0006】

また、前記誘電体ストリップと前記誘電体媒質とにおいて、その材料が実質同一であり、その空孔率が相違するよう構成されたものも考えられる。ここで、前記2つの導電体板の間隔を、当該誘電体線路で伝送する信号の前記誘電体媒質内の波長の2分の1以下となるよう構成すれば、伝送信号の不要放射のないNRDガイド（非放射性誘電体線路）となる。これにより、より効率的な信号伝送が可能となる。

NRDガイドにおける非放射性（誘電体ストリップへの閉じ込め効果）を確立する上で、誘電体媒質と誘電体ストリップとの誘電率の差が重要となる。通常の誘電体では、誘電率は材料によって一定の値となるため、前記誘電率の差を調整するためには複数の誘電体材料を用いる必要があった。しかし、多孔質材料は、同一の材料であっても、その誘電率は空孔率に依存する（空孔率が高いほど誘電率は小さい）ので、空孔率を調整することにより、前記誘電体ストリップと前記誘電体媒質とを構成することが可能となる。ここで実質同一とは、主要材料が同

一であることをいい、製造過程の条件（乾燥条件等）の違い等から生じる若干の成分の差異は実質同一の範囲に含まれるものとする（以下、同じ）。このように、空孔率によって誘電率を調整することにより、誘電体媒質と誘電体ストリップとを1種類の材料から製造できるので製造が容易となる（製造コスト抑制）とともに、パターンニングプロセスを用いて製造することが可能となるので、従来のように機械的加工によって3次元構造を製造する場合に比べて量産に適しており、容易に複雑な形状に加工することも可能となる。さらに、空孔率は自由に設定できることから、任意の誘電率を実現することが可能となる。その結果、一つの基板（導体板）上に任意の誘電率の誘電体ストリップを形成することが可能となるため、一つの基板に異なる周波数の伝送信号に対応できるNRDガイドを形成することが可能となる。（従来は、それぞれ誘電率の異なる複数の誘電体材料を並べる必要があり、所望の誘電率に対応する誘電体材料が存在しないことにより伝送信号の周波数に応じたNRDガイドを製造できない場合があった。）これにより、NRDガイド設計の自由度が飛躍的に向上する。

また、前記誘電体ストリップ及び前記誘電体媒質としては、例えば、エアゲル材からなるものが考えられる。

【0007】

また、本発明は、前記誘電体線路の製造方法として捉えたものであってもよい。即ち、略平行な2つの導電体板の間に、該導電体板よりも幅の狭い誘電体ストリップと該誘電体ストリップ以外の部分に充填され該誘電体ストリップよりも誘電率の低い多孔質材料からなる誘電体媒質とを有してなる誘電体線路の製造方法であって、一方の前記導電体板上に誘電体原料の膜を形成する膜形成工程と、前記誘電体原料の膜における前記誘電体ストリップの形状部分を所定の光、ビーム又は蒸気に曝すストリップ曝露工程と、前記誘電体原料の膜全体を多孔質化する多孔質化工程と、を有してなることを特徴とする誘電体線路の製造方法である。

これにより、前記曝露工程が施された前記誘電体ストリップの形状部分よりも前記曝露工程が施されていないその他の部分（即ち、前記誘電体媒質の部分）の方が高い空孔率となり、誘電体線路として必要な誘電率のバランスに調整された前記誘電体ストリップと前記誘電体媒質とを形成することが可能となる。

ここで、前記膜形成工程により形成された膜は、前記ストリップ曝露工程がなされる前においては、材料自身の化学的結合はほとんど進んでおらず不完全な状態である。このような状態の膜に、前記ストリップ曝露工程を施すと、曝露させていない部分に比べて曝露された部分は化学反応（重合反応等）が促進されることになる。従って、前記ストリップ曝露工程が施された前記誘電体ストリップの形状部分とそれ以外の部分（前記誘電体媒質の部分）との間で密度差が生じる結果、その後、前記多孔質化工程を施すことにより空孔率の差が生じることになる。この空孔率の差が誘電率の差となり、誘電体線路が構成される。また、前記ストリップ曝露工程を施した後、熱処理により前記誘電体ストリップの形状部分以外を含む膜全体について化学反応（化学結合）を進めた場合であっても、熱処理による化学反応は前記ストリップ曝露工程による化学反応に比べて緩やかであるため、やはり前記誘電体ストリップの形状部分とそれ以外の部分との間で密度差が生じる

また、従来のように各構成部品を個別に製作した後に組み立てるといった製造方法ではなく、パターンニングにより製造できるので、誘電体線路の大量生産に好適である。

【0008】

ここで、前記ストリップ曝露工程としては、前記誘電体ストリップの形状部分を紫外線、電子ビーム、X線、イオンビームのいずれかに曝すものが考えられ、この場合、前記誘電体原料が光感应性の材料を含有するものとするのが考えられる。或いは、前記ストリップ曝露工程としては、前記誘電体ストリップの形状部分を水蒸気、酸性物質を含有する蒸気、塩基性物質を含有する蒸気又は誘電体原料を含有する蒸気のいずれかに曝すものが考えられる。これらいずれの方法によっても、前記多孔質化工程を施した後の空孔率に差異を設けることが可能である。

【0009】

また、以上示した誘電体線路の製造方法は、前記誘電体ストリップと前記誘電体媒質に実質同一の材料を用いるものであったが、これに限るものでなく、異なる材料を用いることも考えられる。

例えば、略平行な 2 つの導電体板の間に、該導電体板よりも幅の狭い誘電体ストリップと該誘電体ストリップ以外の部分に充填され該誘電体ストリップよりも誘電率の低い多孔質材料からなる誘電体媒質とを有してなる誘電体線路の製造方法であって、一方の前記導電体板上に第 1 の誘電体原料の膜を形成する第 1 の膜形成工程と、前記第 1 の誘電体原料の膜における前記誘電体ストリップの形状部分以外の部分を除去する膜除去工程と、前記第 1 の膜除去工程を経た前記一方の導電体板上に第 2 の誘電体材料の膜を形成する第 2 の膜形成工程と、前記第 1 及び第 2 の誘電体原料の膜全体を多孔質化する多孔質化工程と、を有してなることを特徴とする誘電体線路の製造方法である。

これにより、前記第 1 の膜形成工程及び前記膜除去工程によって、前記第 1 の誘電体原料の膜が前記誘電体ストリップの形状に形成された後、前記第 2 の膜形成工程によって、前記第 2 の誘電体材料の膜によって前記誘電体媒質の部分が形成されることになる。このような製造方法によっても、前記誘電体線路を製造することが可能である。

【0010】

また、前記膜除去工程が、前記第 1 の誘電体原料の膜における前記誘電体ストリップの形状部分を所定の光又はビームに曝した後、現像処理を施すことにより前記誘電体ストリップの形状部分以外の部分を除去するものが考えられる。

前述したように、前記膜形成工程により形成された膜は、前記ストリップ曝露工程がなされる前は化学結合がほとんど進んでいない不完全な状態である。即ち、分子量の低い状態であるため種々の溶媒（有機溶媒やアルカリ溶液等）に可溶である。従って、前記誘電体ストリップの形状部分を前記光又はビームに曝して化学結合を進めた後であれば、現像処理によって前記誘電体ストリップの形状部分（前記光又はビームに曝した部分）以外の部分を選択的に除去することが可能となる。

ここで、前記第 1 の誘電体原料が光感応性の材料を含有していれば、前記膜除去工程における光又はビームを曝す工程の効果が得やすく好適である。

もちろん、膜分子の化学反応（重合反応）を進めるために十分なエネルギーの光又はビームを用いてもよいが、前記光感応性の材料の含有により前記光又はビ

ームの曝露量を低く抑えることができるので、処理時間を短縮でき、簡易な設備で処理できる等の効果を奏する。

【0011】

また、前記光応感性の材料としては、例えば、光酸発生剤が考えられる。

そして、前記誘電体原料としては、有機金属材料を含有するものが考えられる。該有機金属材料としては、例えば、金属アルコキシドが考えられる。

また、前記誘電体原料が界面活性剤を含有するものも考えられる。

このように、界面活性剤を含有させることにより、誘電体膜中に規則的に配置された界面活性剤ミセルが形成される。このような誘電体膜に前記多孔質化工程（即ち、膜中の前記界面活性剤を除去する工程）を施すことにより、規則的に配置された空孔が形成される。その結果、多孔質構造の機械的強度が向上するため、その後の膜の加工性が向上することになる。

【0012】

また、前記多孔質化工程としては、前記誘電体原料を超臨界流体に曝す工程を有するものが考えられる。

前記多孔質化工程（前記界面活性剤を除去する工程）としては、アルコール系等の高い極性を有した有機溶媒に曝すことも考えられるが、表面張力が低い前記超臨界流体に曝す工程とすることにより、前記超臨界流体を微細な領域にも容易に拡散させることができるので、微細な領域まで効果的に前記界面活性剤の除去を行うことが可能となる。

ここで、前記超臨界流体は、少なくとも二酸化炭素、エタノール、メタノール、水、アンモニア又はフッ化炭素物質のうち1以上の物質を含む2種以上の物質が混合されたものであることが考えられる。

さらに、前記多孔質化工程が、前記誘電体原料を超臨界流体に曝す工程の後に熱処理の工程を有するものであれば、膜質を安定にすることが可能となる。

ここで、前記多孔質化工程における前記熱処理の工程では、例えば、200℃以上の熱処理を行うことが考えられる。

これにより、例えば、膜がシリカ材料（誘電体原料の一例）である場合にSi-O結合が強化される。

【0013】

【発明の実施の形態】

以下添付図面を参照しながら、本発明の実施の形態及び実施例について説明し、本発明の理解に供する。尚、以下の実施の形態及び実施例は、本発明を具体化した一例であって、本発明の技術的範囲を限定する性格のものではない。

ここに、図1は本発明の実施の形態に係る誘電体線路Xの構成を表す斜視図、図2は多孔質材料の空孔率と比誘電率との関係を表すグラフ、図3は本発明の実施の形態に係る誘電体線路Xの製造方法の手順を表すフローチャート、図4は本発明の第1の実施例に係る誘電体線路の製造方法の手順を表すフローチャート、図5は本発明の第2の実施例に係る誘電体線路の製造方法の手順を表すフローチャート、図6は本発明の第3の実施例に係る誘電体線路の製造方法の手順を表すフローチャート、図7は従来の一般的なNRDガイドの構成を表す斜視図である。

【0014】

まず、図1を用いて、本発明の実施の形態に係る誘電体線路Xの構成について説明する。

図1に示すように、誘電体線路Xは、略平行な2つの導電体板1、2の間に該導電体板1、2よりも幅の狭い誘電体ストリップ40が挟まれた構造を有している点では、図7に示した従来の誘電体線路（NRDガイド）と同様である。当該誘電体線路Xが、従来のものと異なる点は、誘電体ストリップ40が多孔質材料からなるものであることと、2つの導電体板1、2の間における誘電体ストリップ40以外の部分が誘電体ストリップ40よりも誘電率の低い多孔質材料からなる誘電体媒質30で充填されていることである。

このように、2つの導電体板1、2の間が、誘電体ストリップ40と誘電体媒質30とによって充填されているため、従来主に使われている誘電体線路（図7、誘電体ストリップ以外の部分が空間（空気）であるもの）に比べ、誘電体ストリップ40のずれが生じにくく、飛躍的に強度が向上して安定した構造となる。

また、誘電体ストリップ40及び誘電体媒質30に多孔質材料を用いているため、その空孔率を高くすることによって誘電率と誘電損失とを非常に低くできる

結果、高周波信号を非常に高い伝送効率（低損失）で伝送することが可能となる。さらに、多孔質材料の空孔率を任意に設定することによって所望の誘電率を実現できる（図2参照）ので、設計自由度が飛躍的に向上する。

図2は、多孔質材料の一例である金属アルコキシド（テトラエトキシシラン）を原料とした誘電体膜における空孔率と誘電率との関係を表すグラフである。図2に示すように、空孔率を上昇させるとともに、線形的に比誘電率が1.00に近づくことがわかる。即ち、多孔質材料の空孔率を限りなく100%に近づけることにより、限りなく空気に近い特性（比誘電率と誘電損失）を得ることができる。

また、2つの導電体板1、2の間隔（即ち、前記誘電体ストリップ40及び前記誘電体媒質30の厚み）は、当該誘電体線路Xで伝送する信号の誘電体媒質30内での波長の2分の1以下となるよう構成されている。従って、当該誘電体線路Xは、伝送信号の不要放射のないNRDガイド（非放射性誘電体線路）を構成している。これにより、放射損失のない効率的な信号伝送が可能となる。

【0015】

次に、図3のフローチャートを用いて、図1に示した誘電体線路Xの製造方法の一例について説明する。以下、S11、S12、…は、処理工程（ステップ）の番号を表す。

まず、所定の誘電体原料である誘電体原料Aを、一方の前記導電体板1である基材上に所定の厚みとなるように塗布する（S11）。この厚みは、当該誘電体線路Xで伝送する信号の誘電体媒質30内での波長の2分の1以下である。

前記誘電体原料Aは、有機金属材料の一例であるテトラメトキシシラン（金属アルコキシド） $\text{Si}(\text{CH}_3\text{O})_4$ を2g、エタノールを10g、ブタノールを2g、3-メトキシプロピオン酸メチルを1g、 $\text{pH}=3$ の水を1.2gを混合して攪拌した後、60℃にて約6時間保持して反応させ、この溶液に光酸発生剤であるIBC F（株式会社三和ケミカル製）を0.05%（重量%）の割合で混合した透明な溶液を調整し、この溶液10ccとヘキサデシルトリメチルアンモニウムクロリド0.2g（界面活性剤の一例）とを混合して攪拌させて調整した溶液である。

【0016】

次に、前記誘電体原料Aが塗布された部分を、大気中において80℃で加熱（ベーク）して乾燥させることにより前記誘電体原料Aの膜を形成させる（S12）。この加熱は、原料溶液に含まれるエタノール等の余分な溶媒（塗布の際に必要ながその後は不要なもの）を除去し、膜の粘性を高めて基材上に安定化させるのに十分な時間（例えば、1～5分程度）だけ行う。ここで、S11及びS12が、前記膜形成工程の一例である。

続いて、前記誘電体原料Aの膜における前記誘電体ストリップ40の形状に相当する部分にのみ電子ビームを照射する（即ち、前記誘電体ストリップ40の形状部分を電子ビームに曝す）（S13）。前記電子ビームとしては、例えば、加速電圧50 keV、ドーズ10 $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ の電子ビーム等を用いる。

これにより、テトラメトキシシランから形成されたSi-OHの状態のものが、Si-Oの結合を形成することになる（いわゆる架橋反応）。

次に、前記誘電体原料Aの膜を大気中において100℃で加熱（ベーク）する（S14）。本工程は、電子ビーム未照射部分の架橋反応も促進させるための工程であり、例えば、1～5分程度行う。

次に、15 MPa、80℃の超臨界CO₂（前記超臨界流体の一例）を用いて、界面活性剤であるヘキサデシルトリメチルアンモニウムクロリドの抽出処理を施し、誘電体原料の膜中に残存した有機成分を除去（S15）する。

本工程では、例えば、まず所定の圧力容器に誘電体原料を入れ、次にその圧力容器に超臨界状態ではないCO₂を導入した後、圧力容器内の温度及び/又は圧力を上げてCO₂を超臨界状態とする。又は、超臨界状態の流体を、誘電体材料が入った圧力容器に導入してもよい。

次に、前記抽出処理が施された後の前記誘電体原料を、大気中において200℃にて加熱する（S16）。本加熱は、例えば、5～30分程度行う。ここで、S15及びS16の工程が、前記多孔質化工程の一例である。

以上示した工程を経ることにより、前記誘電体材料Aの層において、除去された有機成分が存在した部分が空孔となるので、前記基材（即ち、一方の前記導電体板1）上に多孔質材料の層が形成されることになる。また、電子ビームが照射

された部分（即ち、前記誘電体ストリップ40の部分）の空孔率よりも、その他の部分（即ち、前記誘電体媒質30の部分）の空孔率の方が高くなる。以上示した工程により形成された多孔質材料の層の比誘電率を測定すると、電子ビームが照射された部分（即ち、前記誘電体ストリップ40の部分）の比誘電率が2.0、その他の部分（即ち、前記誘電体媒質30の部分）の比誘電率が1.5であった。このように、誘電体線路として必要な誘電率のバランスに調整された前記誘電体ストリップ40と前記誘電体媒質30とが形成される。ここで形成される前記誘電体ストリップ40及び前記誘電体媒質30は、それぞれ空孔率の異なるエアロゲル材（乾燥エアロゲル材）である。

このようにして形成された前記誘電体ストリップ40と前記誘電体媒質30との層の上に、他方の前記導電体板2を接着する（S17）ことにより、誘電体線路Xを製造することが可能となる。

以上示した製造方法によれば、従来のように各構成部品を個別に製作した後に組み立てるといった製造方法ではなく、パターンニングにより製造できるので、誘電体線路の大量生産に好適である。

また、S13の工程において、前記電子ビームの照射に替えて、X線（例えば、電子エネルギー1 GeV）の照射や、イオンビームの照射（例えば、Be²⁺をエネルギー200 keV、イオンドース $1\text{ e}^{13}/\text{cm}^2 \sim 1\text{ e}^{14}/\text{cm}^2$ で照射する等）を行った場合も同様の結果が得られる。

また、S15の抽出処理に用いる超臨界流体としては、少なくとも二酸化炭素、エタノール、メタノール、水、アンモニア又はフッ化炭素物質のうち1以上の物質を含む2種以上の物質が混合されたものとしても同様の結果が得られる。

【0017】

【実施例】

（第1の実施例）

次に、図4のフローチャートを用いて、図1に示した誘電体線路Xの製造方法の第1の実施例について説明する。

まず、所定の誘電体原料である誘電体原料Bを、一方の前記導電体板1である基材上に所定の厚みとなるように塗布する（S21）。

前記誘電体原料Bは、有機金属材料の一例であるテトラメトキシシラン（金属アルコキシド） $\text{Si}(\text{CH}_3\text{O})_4$ を2g、エタノールを10g、ブタノールを2g、3-メトキシプロピオン酸メチルを1g、 $\text{pH}=3$ の水を1.2gを混合して攪拌した後、60℃にて約6時間保持して反応させ、この溶液に光酸発生剤であるIBC F（株式会社三和ケミカル製）を0.05%（重量%）の割合で混合した透明な溶液を調整し、この溶液10ccとヘキサデシルトリメチルアンモニウムクロリド0.2g（界面活性剤の一例）とを混合して攪拌させて調整した溶液を200℃にて加熱（バーク）したものである。

【0018】

次に、前記誘電体原料Bが塗布された部分を、大気中において80℃で加熱（バーク）して乾燥させることにより前記誘電体原料Bの膜を形成させる（S22）。この加熱は、膜の粘性を高めて基材上に安定化させるのに十分な時間（例えば、1～5分程度）だけ行う。ここで、S21及びS22が、前記膜形成工程の一例である。

続いて、前記誘電体原料Bの膜における前記誘電体ストリップ40の形状に相当する部分にのみ紫外線を照射する（即ち、前記誘電体ストリップ40の形状部分を紫外線に曝す）（S23）。

これにより、架橋反応によって $\text{Si}-\text{O}$ の結合を形成することになる。

次に、前記誘電体原料Bの膜を大気中において100℃で加熱（バーク）する（S24）。本工程は、紫外線未照射部分の架橋反応も促進させるための工程であり、例えば、1～5分程度行う。

次に、15MPa、80℃の超臨界 CO_2 （前記超臨界流体の一例）を用いて、界面活性剤であるヘキサデシルトリメチルアンモニウムクロリドの抽出処理を施し、誘電体原料の膜中に残存した有機成分を除去する（S25、前記多孔質化工程の一例）。

このようにして形成された前記誘電体ストリップ40と前記誘電体媒質30との層の上に、他方の前記導電体板2を接着する（S26）ことにより、誘電体線路Xを製造することが可能となる。

以上示した工程を経ることによっても、紫外線が照射された部分（即ち、前記

誘電体ストリップ40の部分)の空孔率よりも、その他の部分(即ち、前記誘電体媒質30の部分)の空孔率の方が高くなる。以上示した工程により形成された多孔質材料の層の比誘電率を測定すると、前記誘電体ストリップ40の部分の比誘電率が2.0、その他の部分(即ち、前記誘電体媒質30の部分)の比誘電率が1.5であった。

【0019】

(第2の実施例)

次に、図5のフローチャートを用いて、図1に示した誘電体線路Xの製造方法の第2の実施例について説明する。

まず、所定の誘電体原料である誘電体原料Cを、一方の前記導電体板1である基材上に所定の厚みとなるように塗布する(S31)。

前記誘電体原料Cは、有機金属材料の一例であるテトラメトキシシラン(金属アルコキシド) $\text{Si}(\text{CH}_3\text{O})_4$ を2g、エタノールを10g、ブタノールを2g、3-メトキシプロピオン酸メチルを1g、 $\text{pH}=3$ の水を1.2gを混合して攪拌した後、60℃にて約6時間保持して反応させた透明な溶液を調整し、この溶液10ccとヘキサデシルトリメチルアンモニウムクロリド0.2g(界面活性剤の一例)とを混合して攪拌させて調整した溶液である。

【0020】

次に、前記誘電体原料Cが塗布された部分を、大気中において80℃で加熱(バーク)して乾燥させることにより前記誘電体原料Bの膜を形成させる(S32)。この加熱は、膜の粘性を高めて基材上に安定化させるのに十分な時間(例えば、1~5分程度)だけ行う。ここで、S31及びS32が、前記膜形成工程の一例である。

続いて、前記誘電体原料Cの膜における前記誘電体ストリップ40の形状に相当する部分のみを蒸気に曝す(S33)。ここでは、例えば、前記誘電体ストリップ40の形状に相当する形状の窓(孔)が設けられたマスクを介して蒸気に曝すことにより、前記誘電体ストリップ40の形状部分以外が蒸気に曝されないようにする。

これにより、架橋反応によってSi-Oの結合を形成することになる。

次に、前記マスクを除去し、15 MPa、80℃の超臨界CO₂（前記超臨界流体の一例）を用いて、界面活性剤であるヘキサデシルトリメチルアンモニウムクロリドの抽出処理を施し、誘電体原料の膜中に残存した有機成分を除去（S34）した後、さらに、大気中において200℃にて加熱する（S35）。本加熱は、例えば、5～30分程度行う。ここで、S34及びS35の工程が、前記多孔質化工程の一例である。

このようにして形成された前記誘電体ストリップ40と前記誘電体媒質30との層の上に、他方の前記導電体板2を接着する（S36）ことにより、誘電体線路Xを製造することが可能となる。

以上示した工程を経ることによっても、蒸気に曝された部分（即ち、前記誘電体ストリップ40の部分）の空孔率よりも、その他の部分（即ち、前記誘電体媒質30の部分）の空孔率の方が高くなる。以上示した工程により形成された多孔質材料の層の比誘電率を測定すると、前記誘電体ストリップ40の部分の比誘電率が2.0、その他の部分（即ち、前記誘電体媒質30の部分）の比誘電率が1.5であった。

また、S33の工程において、前記テトラエトキシシランの蒸気への暴露に替えて、テトラメトキシシラン等のシリコンアルコキシドの蒸気への暴露や、水蒸気（例えば、100℃、1気圧の水蒸気）への暴露、他の酸性物質の蒸気（例えば、23℃、1気圧の飽和塩酸水蒸気）への暴露、塩基性物質の蒸気（例えば、23℃、1気圧の飽和アンモニア水蒸気）への暴露等を行った場合も同様の結果が得られる。

【0021】

（第3の実施例）

次に、図6のフローチャートを用いて、図1に示した誘電体線路Xの製造方法の第3の実施例について説明する。

まず、所定の誘電体原料である誘電体原料Eを、一方の前記導電体板1である基材上に所定の厚みとなるように塗布する（S41）。

前記誘電体原料Eは、有機金属材料の一例であるテトラメトキシシラン（金属アルコキシド） $\text{Si}(\text{CH}_3\text{O})_4$ を2g、エタノールを10g、ブタノールを2

g, 3-メトキシプロピオン酸メチルを1 g, pH=3の水を1.2 gを混合して攪拌した後, 60℃にて約6時間保持して反応させ, この溶液に光酸発生剤であるIBC F (株式会社三和ケミカル製) を0.05% (重量%) の割合で混合した透明な溶液Dを調整し, この溶液Dを10ccとアルキルトリメチルアンモニウムクロリド $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{N}(\text{CH}_3)_3\text{Cl}$ (ここで, $n=12$) を0.2 g (界面活性剤の一例) とを混合して攪拌させて調整した溶液である。

【0022】

次に, 前記誘電体原料Eが塗布された部分を, 大気中において80℃で加熱 (バーク) して乾燥させることにより前記誘電体原料Eの膜を形成させる (S42)。この加熱は, 膜の粘性を高めて基材上に安定化させるのに十分な時間 (例えば, 1~5分程度) だけ行う。ここで, S41及びS42が, 前記第1の膜形成工程の一例である。

続いて, 前記誘電体原料Eの膜における前記誘電体ストリップ40の形状に相当する部分にのみ実施の形態で示したのと同様に電子ビームを照射する (即ち, 前記誘電体ストリップ40の形状部分を電子ビームに曝す) (S43)。

これにより, 架橋反応によってSi-Oの結合を形成することになる。

次に, 前記誘電体原料Eの膜に対して, 有機溶媒やアルカリ溶液等の溶媒 (例えば, テトラメチルアンモニウムヒドロキシド水溶液等) にて現像処理を施す (前記膜除去工程の一例)。これにより, 前記誘電体原料Eの膜のうち, 化学結合が進んでいない電子ビーム未照射部分 (即ち, 前記誘電体ストリップの形状部分以外の部分) が選択的に除去される。

次に, 所定の誘電体原料である誘電体原料Fを, 前記基材上の膜が除去された部分に所定の厚みとなるように塗布する (S45)。

前記誘電体原料Fは, 前記溶液Dを10ccとアルキルトリメチルアンモニウムクロリド $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{N}(\text{CH}_3)_3\text{Cl}$ (ここで, $n=16$) を0.2 g (界面活性剤の一例) とを混合して攪拌させて調整した溶液である。

次に, 前記誘電体原料Fの膜を大気中において100℃で加熱 (バーク) する (S46)。本工程は, 前記誘電体原料Fの架橋反応を促進させるための工程であり, 例えば, 1~5分程度行う。

次に、15MPa、80℃の超臨界CO₂（前記超臨界流体の一例）を用いて、界面活性剤であるアルキルトリメチルアンモニウムクロリドの抽出処理を施し、前記誘電体材料E及びFの膜中（膜全体）に残存した有機成分を除去（S47）した後、さらに、大気中において200℃にて加熱する（S48）。本加熱は、例えば、5～30分程度行う。ここで、S47及びS48の工程が、前記多孔質化工程の一例である。

このようにして形成された前記誘電体ストリップ40と前記誘電体媒質30との層の上に、他方の前記導電体板2を接着する（S49）ことにより、誘電体線路Xを製造することが可能となる。

以上示した工程を経ることによっても、前記誘電体材料Eの膜部分（即ち、前記誘電体ストリップ40の部分）の空孔率よりも、前記誘電体材料Fの膜部分（即ち、前記誘電体媒質30の部分）の空孔率の方が高くなる。以上示した工程により形成された多孔質材料の層の比誘電率を測定すると、前記誘電体ストリップ40の部分の比誘電率が2.0、その他の部分（即ち、前記誘電体媒質30の部分）の比誘電率が1.5であった。

【0023】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、2つの導電体板の間が、誘電体ストリップと誘電体媒質とによって充填されることになるため、誘電体ストリップ以外の部分が空間（空気）となっている従来の誘電体線路に比べ、誘電体ストリップのずれが生じにくく、飛躍的に強度が向上して安定した構造となる。

また、誘電体ストリップ及び誘電体媒質に多孔質材料を用いるため、その空孔率を高くすることによって誘電率と誘電損失とを非常に低くできる結果、高周波信号を非常に高い伝送効率（低損失）で伝送することが可能となる。

また、多孔質材料の空孔率を調整することにより、実質同一の材料によって誘電体ストリップと誘電体媒質とを構成することにより誘電体媒質と誘電体ストリップとを1種類の材料から製造できるので製造が容易となる（製造コスト抑制）とともに、パターンニングプロセスを用いて製造することが可能となるので、従来のように機械的加工によって3次元構造を製造する場合に比べて量産に適して

おり、容易に複雑な形状に加工することも可能となる。さらに、一つの基板（導体板）上に任意の誘電率の誘電体ストリップを複数形成することも可能となるため、一つの基板に異なる周波数の伝送信号に対応できるNRDガイドを形成することが可能となる。これにより、NRDガイド設計の自由度が飛躍的に向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係る誘電体線路Xの構成を表す斜視図。

【図2】多孔質材料の空孔率と比誘電率との関係を表すグラフ。

【図3】本発明の実施の形態に係る誘電体線路Xの製造方法の手順を表すフローチャート。

【図4】本発明の第1の実施例に係る誘電体線路の製造方法の手順を表すフローチャート。

【図5】本発明の第2の実施例に係る誘電体線路の製造方法の手順を表すフローチャート。

【図6】本発明の第3の実施例に係る誘電体線路の製造方法の手順を表すフローチャート。

【図7】従来の一般的なNRDガイドの構成を表す斜視図。

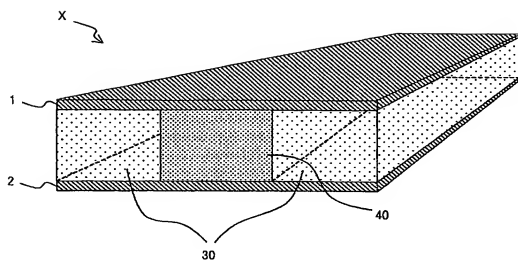
【符号の説明】

- 1, 2…誘電体板
- 3…空間
- 4, 40…誘電体ストリップ
- 30…誘電体媒質
- 10…従来のNRDガイド
- S11, S12, , …処理工程（ステップ）

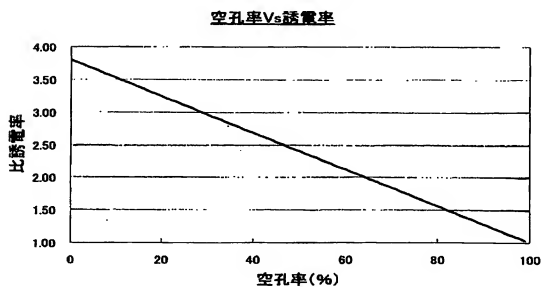
【書類名】

図面

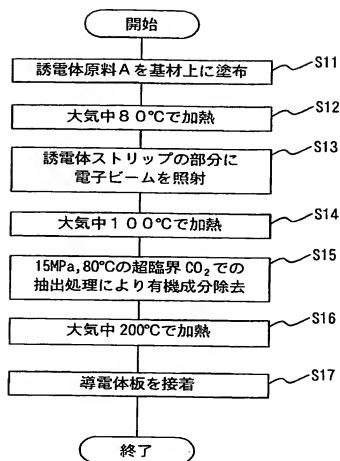
【図 1】



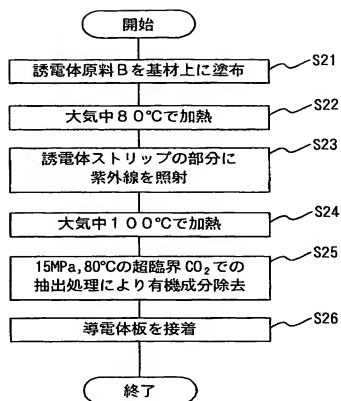
【図 2】



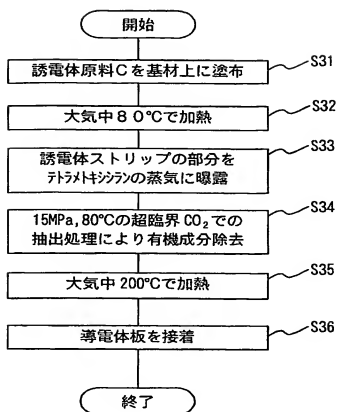
【図 3】



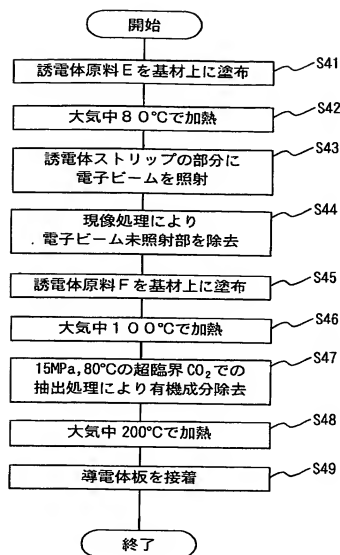
【図 4】



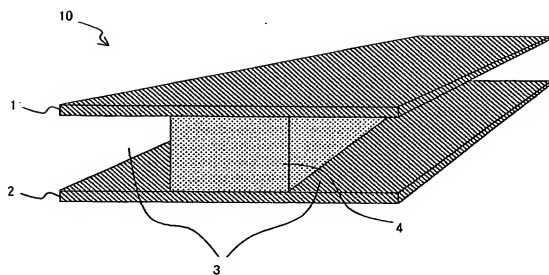
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 十分な強度が確保され、量産に適した誘電体線路及びその製造方法を提供すること。

【解決手段】 略平行な2つの導電体板の間に、該導電体板よりも幅の狭い誘電体ストリップと該誘電体ストリップ以外の部分に充填され該誘電体ストリップよりも誘電率の低い多孔質材料からなる誘電体媒質とを有してなる誘電体線路の製造方法であって、一方の前記導電体板上に誘電体原料の膜を形成する膜形成工程S11、S12と、前記誘電体原料の膜における前記誘電体ストリップの形状部分を所定の光、ビーム又は蒸気に曝すストリップ曝露工程S13と、前記誘電体原料の膜全体を多孔質化する多孔質化工程S15、S16と、を経て誘電体線路（NRDガイド）を製造する。

【選択図】 図3

出願人履歴情報

識別番号

[000001199]

1. 変更年月日
[変更理由]

2002年 3月 6日

住所変更

住 所

兵庫県神戸市中央区脇浜町二丁目10番26号

氏 名

株式会社神戸製鋼所